

¹³⁷Cs В РЫБАХ КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЧЕРЕЗ 20 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

О. Л. Зарубин

Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев

В 2005 - 2006 гг. изучали содержание ¹³⁷Cs в рыбах Каневского водохранилища р. Днепр. Обнаружено, что уровни содержания ¹³⁷Cs по сравнению с 1986 г. снизились примерно в 10 раз. Максимальное содержание ¹³⁷Cs регистрируется в рыбах-ихтиофагах и в соме (*Silurus glanis* (L.)). Наименьшее количество ¹³⁷Cs характерно для рыб-бентофагов. Содержание ¹³⁷Cs во всех видах рыб в 5-20 раз ниже действующих в настоящее время в Украине норм ДУ-97 (150 Бк/кг).

Введение

В 1986 г. Каневское водохранилище (КВ) было загрязнено радионуклидами. Процесс загрязнения проходил тремя путями. Первый путь – аэрозольные выпадения непосредственно на водное зеркало КВ 30 апреля – 1 - 2 мая. Суммарное содержание радионуклидов в воде на отдельных участках КВ достигало 6000 Бк/л [1]. Следующим был водный путь - «добегание» загрязненных радионуклидами водных масс с вышерасположенных участков водосбора КВ (р. Припять, р. Днепр и другие реки, впадающие в Киевское водохранилище, а также р. Десна). Максимум «добегания» пришелся на первую половину и середину мая 1986 [1]. В дальнейшем радионуклиды поступали в КВ, в основном, в результате смывов с поймы загрязненных северных территорий водосбора. Практически сразу же после поступления радионуклидов в воду они начали регистрироваться в рыбах, причем иногда в довольно больших количествах – до 10 кБк/кг. К лету - осени 1986 г. содержание ¹³⁷Cs (одного из наиболее опасных в санитарно-гигиеническом плане радионуклидов) в рыбах приблизилось к своему максимуму. Прошло 20 лет после аварии на ЧАЭС. В этой связи представляется интересным сравнительный анализ содержания ¹³⁷Cs в рыбах КВ в год аварии (1986) и по прошествии 20 лет после нее, весной 2006 г.

Материал и методика исследований

Отлов рыб производился на акватории КВ в июле - ноябре 1986 г, мае - ноябре 2005 г. и в апреле - мае 2006 г. непосредственно автором любительскими снастями (спиннинг, удочка) и ставными сетями с размером ячеи от 30 до 70 мм. В основном отлавливались половозрелые экземпляры рыб.

Подготовка проб к измерениям заключалась в отделении мышц от остальных органов и тканей с последующей гомогенизацией отобранного материала. Как правило, приведенные в статье зна-

чения являются усредненными не менее чем по трем экземплярам одного вида рыб.

В 1986 г. измерения содержания гамма-излучающих радионуклидов проводилось в ЦЭП АЭ ИЯИ НАН Украины методами гамма-спектрометрии с использованием германиевых дрейфовых коаксиальных детекторов типа ДГДК-40 – ДГДК-180 с энергетическим разрешением по ⁶⁰Co (линия 1332 кэВ) 3,5 - 4,5 кэВ и многоканальных анализаторов ICA-70, AFORA, NOKIA, NOKIA LP4900B. В зависимости от активности пробы время измерений составляло от 1800 до 7200 с.

В 2006 г. измерения проводились также в ЦЭП АЭ ИЯИ НАН Украины с использованием гамма-спектрометра «CANBERRA» на базе германиевого коаксиального детектора GC-6020 с разрешением по ⁶⁰Co (линия 1332 кэВ) 1,8 кэВ (эффektivность 60 %). Применялся цифровой процессор DSP-9660 фирмы «CANBERRA». Толщина свинцовой защиты 100 мм. Время измерений составляло от 3600 до 54000 с.

Результаты исследований и их обсуждение

Поступающие в КВ радионуклиды распределялись по компонентам экосистемы и накапливались гидробионтами, в том числе рыбами. В мае 1986 г. суммарное содержание радионуклидов в рыбах КВ иногда достигало 10000 Бк/кг, хотя средние значения были ниже [2]. Тогда на фоне высокой активности короткоживущих радионуклидов ¹³⁷Cs в рыбах не всегда регистрировался. В дальнейшем ¹³⁷Cs по трофическим путям начал поступать в организмы рыб и активно накапливаться рыбами. По нашим наблюдениям и данным натурального эксперимента [3, 4] максимум содержания ¹³⁷Cs в мирных видах рыб пришелся через 2 - 6 мес после начала поступления радионуклидов в воду. Обычно у хищных видов рыб максимум содержания ¹³⁷Cs наступал через 6 - 18 месяцев после аварии, однако в июле 1986 г. на акватории КВ был отловлен жерех с удельной активностью ¹³⁷Cs 1210 Бк/кг. Справедливости ради следует

отметить, что это был единичный случай. Усредненные значения были ниже (рис. 1).

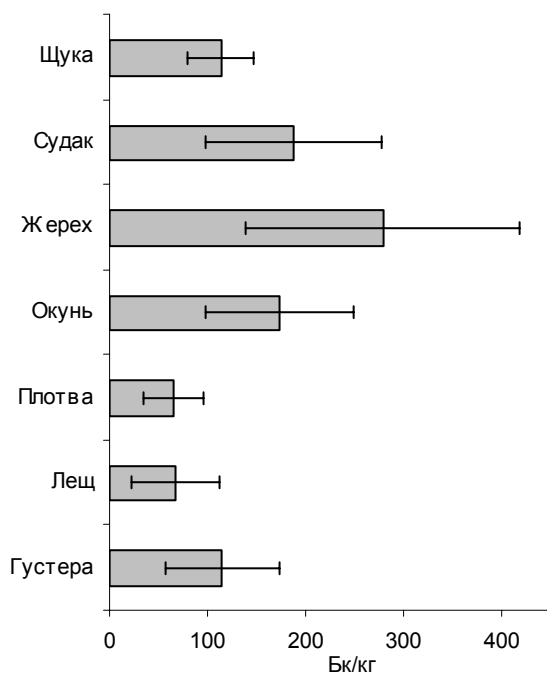


Рис. 1. Усредненные данные содержания ^{137}Cs в мышцах рыб Каневского водохранилища в июле - ноябре 1986 г. (Бк/кг сырой массы).

Наибольшее количество ^{137}Cs регистрируется в хищных видах – судаке и щуке. Практически столько же этого радионуклида в окуне, обладающим смешанным типом питания. «Мирные» рыбы-бентофаги содержали ^{137}Cs в два - три раза меньше (см. рис. 1).

Было обнаружено, что содержание ^{137}Cs в промысловых видах рыб, отобранных на разных участках КВ в районе с. Триполье, г. Ржищев, г. Переяслав-Хмельницкий примерно одинаково [5]. Однако при дальнейшем анализе как новых, так и ранее полученных данных содержания ^{137}Cs в рыбах, отобранных на различных участках КВ, оказалось, что результаты исследований достаточно противоречивы. Пока этот вопрос остается малоизученным и реально открытым.

Обращают на себя внимание довольно высокие разбросы значений содержания ^{137}Cs в рыбах, что больше проявляется у хищников. Причины данного явления может быть несколько. Одной из них является широкий выбор хищниками кормовых объектов с различными уровнями радионуклидного загрязнения. Кроме того, в 1986 г. регистрировалась ярко выраженная пятнистость радионуклидного загрязнения различных компонентов и береговых участков КВ. Содержание радионуклидов в донных отложениях одного типа на различных участках КВ иногда различалось в десятки раз.

С 1986-1987 гг. у большинства видов рыб КВ начинается снижение содержания ^{137}Cs , причем скорость и динамика такого снижения у разных видов рыб была различна [6-10]. В результате естественных процессов очищения экосистемы КВ от радионуклидов содержание ^{137}Cs в рыбах этого водохранилища к лету 2005 г. снизилось примерно в 10 раз (рис. 2).

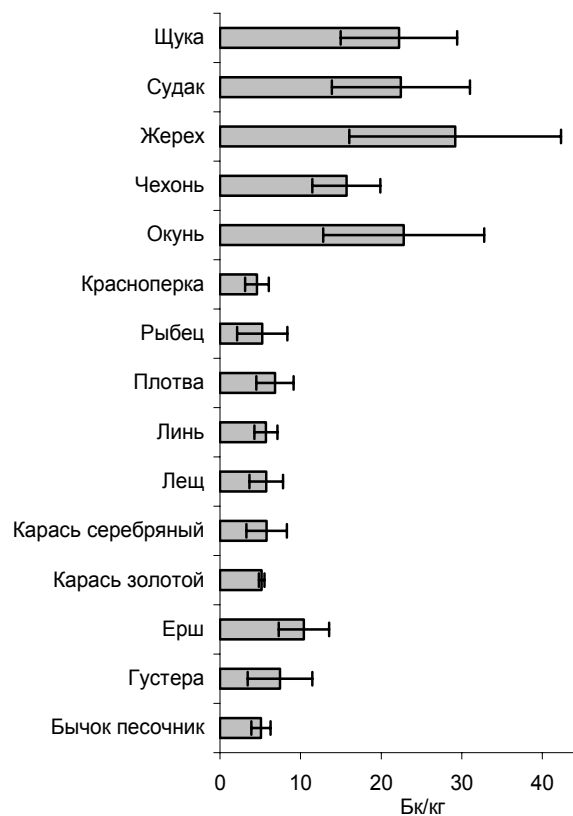


Рис. 2. Усредненные данные содержания ^{137}Cs в мышцах рыб Каневского водохранилища в мае - ноябре 2005 г. (Бк/кг сырой массы).

Наиболее низкое содержание ^{137}Cs регистрировалось в факультативном фитофаге красноперке и в рыбах-бентофагах (бычок песочник, густера, золотой и серебряный караси, лещ, линь, рыбец, плотва). Немногим большая концентрация ^{137}Cs была обнаружена в ерше, что, в общем, не свойственно данному виду. Значительно большие, в 3 - 8 раз, значения содержания ^{137}Cs постоянно фиксировались в облигатных ихтиофагах (щука, судак, жерех) и рыбах, обладающих смешанным типом питания (чехонь и окунь).

Вероятными причинами, обуславливающими более высокое, по сравнению с «мирными» видами рыб, содержание ^{137}Cs в ихтиофагах, могут быть следующие. Вместе с пищей ^{137}Cs поступает в организмы ихтиофагов в переработанном предыдущими звеньями трофической цепи виде и, в основном, находится в легко усваиваемой, биологически доступной форме. Кроме того, в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) рыб-ихтио-

фагов, по сравнению с другими рыбами, более кислая среда, что увеличивает растворение ^{137}Cs и способствует его всасыванию в ЖКТ.

В начале апреля 2006 г. самые низкие уровни активности ^{137}Cs регистрируются в бентофагах ерше и фитофаге красноперке (рис. 3).

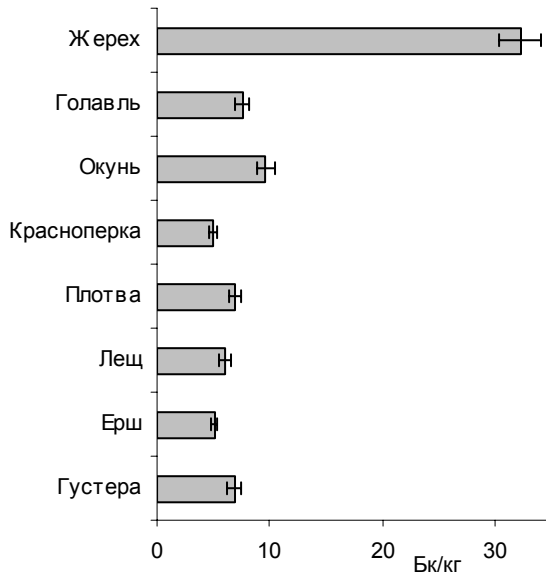


Рис. 3. Усредненные данные содержания ^{137}Cs в мышцах рыб Каневского водохранилища 2 апреля 2006 г. (контрольная точка ИЯИ, буй 52, Бк/кг сырой массы).

Немного выше содержание ^{137}Cs в бентофагах густере, леще, плотве и серебряном карасе. Голавль и окунь (смешанный тип питания) занимают промежуточное положение в содержании ^{137}Cs в рыбах. Традиционно больше всего этого радионуклида в мышцах ихтиофагов щуки, судака, жереха. Примерно такие же уровни активности ^{137}Cs в полифаге соме и чехони, которая обладает необычным типом питания: планктофаг, с возрастом перестраивающийся в ихтиофага. В общем такое межвидовое распределение ^{137}Cs (см. рис. 3) можно считать классическим.

В течение месяца (2 апреля - 6 мая 2006 г.) уровни содержания ^{137}Cs в рыбах практически не изменились, кроме его повышения в окуне и снижения в жерехе (рис. 4). Вероятнее всего, на самом деле никаких изменений не произошло. Скорее всего, различные особи одного вида различались по удельной активности ^{137}Cs , что весьма характерно для рыб [11, 12]. Это подтверждают три пробы плотвы, отобранных здесь же 6 мая 2006 г. Активность ^{137}Cs в них составляла: $4,6 \pm 0,3$, $11,4 \pm 0,7$, $9,9 \pm 1,0$ Бк/кг.

В случае отбора по 10 - 20 экземпляров одного вида для одной пробы такие различия совершенно очевидно были бы нивелированы. Однако мы живем в реальных условиях оскудевших

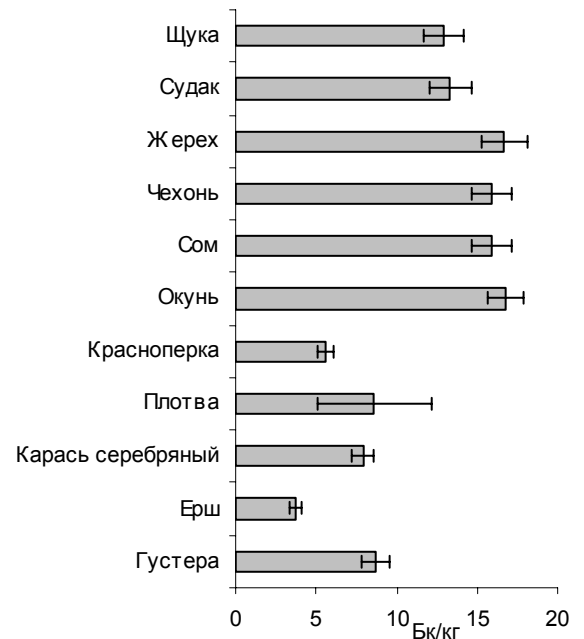


Рис. 4. Усредненные данные содержания ^{137}Cs в мышцах рыб Каневского водохранилища 6 мая 2006 г. (контрольная точка ИЯИ, буй 52, Бк/кг сырой массы).

рыбных запасов Днепра, и отловить даже не санкционированными снастями и способами *нужное количество особей нужного вида нужного пола нужного размера в нужное время в нужном месте* оказывается весьма проблематичным.

Заключение

К лету - осени 1986 г. содержание ^{137}Cs в большинстве видов рыб Каневского водохранилища достигло своего максимума. Наиболее высокое содержание ^{137}Cs было зарегистрировано в жерехе в июле 1986 г. - 1210 Бк/кг. В дальнейшем проходило снижение содержания этого радионуклида во всех компонентах экосистемы водохранилища, в том числе в рыбах.

В период исследований установлено, что содержание ^{137}Cs в рыбах одного вида одного размера одного пола, отобранных в одном месте, может различаться в несколько раз. Такие различия более характерны для рыб высших трофических уровней - ихтиофагов.

За 20 лет, прошедших после аварии на ЧАЭС, содержание ^{137}Cs во всех видах рыб снизилось примерно в 10 раз, составляя 4 - 35 Бк/кг. Это значительно ниже действующих в настоящее время в Украине норм ДУ-97, которые определяют допустимый уровень содержания ^{137}Cs в рыбе в 150 Бк/кг.

На протяжении 1987 - 2006 гг., как правило, все изученные виды рыб укладывались в класси-

ческое межвидовое распределение ^{137}Cs , напрямую зависящее от видовой принадлежности рыб к определенному типу питания. Наибольшее содержание этого радионуклида характерно для ихтиофагов (жерех, судак, щука) и рыб со смешанным типом питания (чехонь, голавль, окунь,

сом), наименьшее – для фитофагов (красноперка, белый амур), планктофагов (белый и пестрый толстолобы) и для всех, за исключением рыбца, бентофагов семейства карповых (лещ, густера, карп, плотва и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарубин О.Л., Канивец В.В. Содержание радионуклидов в воде Каневского водохранилища после аварии на ЧАЭС 1986 г. // 36. науч. праця Ін-ту ядерних досл. – 2005. - № 3 (16). – С. 110 - 130.
2. Зарубин О.Л., Волкова Е.Н., Беляев В.В., Широкая З.О. Радионуклиды в компонентах экосистемы Каневского водохранилища // Гидробиол. журн. – 2003. – Т. 39, № 1. – С. 39 – 50.
3. Зарубин О.Л., Залисский А.А., Головач Л.А. Параметры накопления ^{137}Cs мышцами белого амура (*Stenopharyngodon idella* (Valenciennes)) в условиях садкового содержания на акватории водоема-охладителя ЧАЭС // 36. науч. праця Ін-ту ядерних досл. – 2002. - № 1 (7). С. 147 - 149.
4. Волкова Е.Н., Беляев В.В., Широкая З.О. и др. ^{137}Cs в «мирных» видах рыб водоемов разного типа // Там же. - № 1 (7). – С. 150 - 154.
5. Зарубин О.Л. Радиоактивное загрязнение промышленных видов рыб Каневского водохранилища // Матеріали щоріч. наук. конф. Ін-ту ядерних досл. - К., 1997. - С. 357 - 360.
6. Зарубин О.Л., Паньков И.В., Волкова Е.Н., Беляев В.В. Основные параметры содержания ^{137}Cs в некоторых компонентах трофических цепей Каневского водохранилища после аварии на ЧАЭС // Матеріали Міжнарод. конф. «Сахаровские чтения 2002 года: экологические проблемы XXI века», Минск, 17 - 21 мая 2002 г. - Минск: Триолета, 2002. – С. 269 – 270.
7. Зарубин О.Л., Волкова Е.Н., Беляев В.В., Залисский А.А. Скорость снижения содержания ^{137}Cs в рыбах Каневского водохранилища и водоема-охладителя ЧАЭС (1987 - 2004 гг.) // 36. науч. праця Ін-ту ядерних досл. – 2005. - № 2 (15). – С. 137 - 141.
8. Зарубин О.Л., Волкова Е.Н., Беляев В.В., Залисский А.А. Особенности динамики содержания ^{137}Cs в рыбах Каневского водохранилища и водоема-охладителя ЧАЭС // Матеріали 5-й Міжнарод. науч. конф. «Сахаровские чтения 2005 года: экологические проблемы XXI века», 20 - 21 мая 2005 г., г. Минск, Республика Беларусь, часть II. - Гомель, 2005. - С. 58 - 59.
9. Зарубин О.Л., Волкова Е.Н., Беляев В.В. и др. Четыре этапа динамики содержания ^{137}Cs в густере Каневского водохранилища // Наук. зап. Тернопіл. націон. педагог. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біологія. Спеціальний випуск «Гідроекологія». - 2005. - № 3 (26). - С.- 165 - 167.
10. Волкова Е.Н., Беляев В.В., Зарубин О.Л. и др. Динамика содержания ^{137}Cs в гидробионтах днепроевских водохранилищ // Там же. - С. 66 - 68.
11. Зарубин О.Л., Шатрова Н.Е., Мельник В.А., и др. Межвидовые и внутривидовые различия в накоплении радиоцезия рыбами различных экологических групп водоема-охладителя ЧАЭС // Матеріали щоріч. наук. конф. Ін-ту ядерних досл. - К., 1999. - С. 301 – 303.
12. Зарубин О.Л., Залисский А.А., Деревец В.В., и др. Внутривидовые различия в накоплении ^{137}Cs некоторыми пресноводными рыбами // Тез. докл. XI Міжнарод. симп. по биоиндикаторам: «Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга», Сыктывкар, 17 - 21 сент. 2001 г. - Сыктывкар, 2001. - С. 66.

 ^{137}Cs У РИБАХ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЧЕРЕЗ 20 РОКІВ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

О. Л. Зарубін

У 2005 - 2006 рр. вивчали вміст ^{137}Cs у рибах Канівського водосховища р. Дніпро. Виявлено, що рівні вмісту ^{137}Cs у порівнянні з 1986 р. знизилися приблизно в 10 разів. Максимальний вміст ^{137}Cs реєструється в рибах-іхтіофагах і в сомі (*Silurus glanis* (L.)). Найменша кількість ^{137}Cs характерна для риб-бентофагів. Вміст ^{137}Cs у всіх видах риб у 5 - 20 разів нижче діючих у нинішній час в Україні норм ДР-97 (150 Бк/кг).

 ^{137}Cs IN FISHES OF KANEVSKOE RESERVOIR AFTER 20 YEARS FROM ChNPP ACCIDENT

O. L. Zarubin

Content of ^{137}Cs in fishes of Kanevskoe reservoir of r. Dnepr was studied during 2005 - 2006. It is revealed, that levels of the content of ^{137}Cs in comparison with 1986 have decreased approximately in 10 times. The maximal content of ^{137}Cs is registered in fishes-ichthyophages and in *Silurus glanis* (L.). The smaller quantity of ^{137}Cs is typical for fishes-benthophages. The content of ^{137}Cs in all species of fishes is lower at 5 - 20 times of norms below existing now in Ukraine PL-97 (150 Bq/kg).

Поступила в редакцію 09.06.06,
после доработки – 22.09.06.